

東北沖地震による応力場の変化と断層強度 - 内陸地震の応力載荷過程 Change in stress field by the 2011 Tohoku-Oki earthquake and fault strength-stress loading process for inland earthquake

長谷川 昭^{1*}, 吉田 圭佑¹, 岡田 知己¹

Akira Hasegawa^{1*}, Keisuke Yoshida¹, Tomomi Okada¹

¹ 東北大学大学院理学研究科 地震・噴火予知研究観測センター

¹ RCPEV, Graduate School of Science, Tohoku University

2011年東北沖地震は、稠密な観測網が展開されていた沈み込み帯で発生したM9.0という超巨大地震であったが故に、地震発生機構の理解に貢献する多くの重要な研究成果が得られつつある。それには、地震の大きさと観測網の品質や稠密さから、これまで必ずしも明瞭に見えなかった現象が、誰もが納得するS/Nを持つシグナルとして検出されたことが大きい。その一つに、応力場の変化がある。Hasegawa et al. (EPSL 2012)は、震源断層直上の上盤プレート内の静的応力変化が差応力で5~15MPa以上の領域で、主応力方向の逆転がみられ、従って、これらの領域で地震前の差応力が5~15MPa以下と極めて小さかったことを明らかにした。Yoshida et al. (GRL 2012)は、内陸でも、主応力方向が有意に変化した地域があり、そこでは~1MPa程度とさらに小さいことを示唆する結果を得た。差応力がそれほど小さいとすると、従来の内陸地震の応力載荷モデルを再考する必要がある。東北沖地震の1か月後に起きたいわき付近のM7.0の正断層型地震の発生も、従来の考え方で理解することは難しく、同様に再考を強く促すものである。

メカニズム解のデータを格段に増やして行った応力場の研究(吉田・他、本大会)で、東北沖地震前の前弧域の応力場は島弧走向方向に変化し、北上山地と阿武隈山地で1軸がプレート収束方向に必ずしも向かないことが分かった。これは、地形の凹凸によりつくられる応力が支配的であることを示唆する。東北沖地震後の1軸の回転(Hasegawa et al., EPS 2011)から推定されたプレート境界の摩擦係数0.036を用いると、前弧域では偏差応力は非常に小さく、1軸が必ずしもプレート収束方向に向かないことが期待される(例えば、Wang and He, JGR 1999)。つまり、太平洋下のプレート収束によりつくられる応力は、1軸をプレート収束方向に向けるほど大きくはない。そうであれば、太平洋沿岸の前弧域でみられた東北沖地震前の応力場は説明できるし、何故いわき付近にM7.0の正断層の地震が発生したかも理解できる。

このことは、内陸地震を発生させる差応力が小さい、すなわち断層強度も小さいことを示す。断層強度がそれほど小さいとすると、強度を極端に下げるメカニズムが働いているはずであり、その原因としてはover-pressured fluidが考えられる。これらの理解に基づいて推定された、内陸地震の新たな応力載荷モデルを提案する。これが成り立つとすると、1) 深部から流体が供給される場所でのみ地震が発生する、2) 内陸地震発生過程では応力上昇より強度減少の方が重要な役割を果たしている、3) 内陸地震は、over-pressured fluidにより強度が十分に減少した断層で発生する、すなわち、準備が十分に整った断層のみが破壊する、4) 内陸地震の繰り返し間隔は、主として深部からの流体の供給レートで決まる、ということになる。

キーワード: 応力, 断層強度, 応力載荷過程, 内陸地震, 地殻流体, 東北沖地震

Keywords: Stress, fault strength, stress loading process, inland earthquake, crustal fluids, Tohoku-Oki earthquake